Zitteliana	10	195–199	München, 1. Juli 1983	ISSN 0373 – 9627

Der ältere Teil der Liburnischen Formation in den NW-Dinariden

Von

RAJKO PAVLOVEC & MARIO PLENIČAR*)

Mit 3 Abbildungen im Text

ABSTRACT

The lowermost part of the Liburnian Formation, the Vreme beds, are nowadays allocated to the Uppermost Maastrichtian. They are characterized by grey bedded limestones with some intercalations of breccias, coals and coaly shales, carrying foraminifera like *Rhapydionina liburnica, Montcharmontia appenninica,* miliolids etc. in abundance, furthermore bivalves, belonging to the genus *Gyropleura.*

At a limited number of locations in the Western Dinarides it could be observed that the Vreme beds overlie Rudist limestones. Some beds within the Rudist limestone do not carry rudists, however microfossils, similar to those of the Vreme beds could be identified. Therefore the possibility cannot be ruled out that the Rudist- and the Vreme facies, were deposited simultanously at least in part. The Vreme beds were, deposited in a shallow marine environment, near shore, in embayments or even lagoons. The high content of organicmatter in the coal beds indicates a strong terrestrial influence, sedimentation possibly taking place under limnic to brackish conditions. The rudist biostromes flourished in near shore shallow water. In the Rudist limestone beds are intercalated which look like Vreme beds, this allows the conclusion that behind the rudist-biostromes partly closed lagoons existed. The change in sedimentation which caused the disappearance of the rudists may indicate minor orogenetical movements. The intensity of these movements became stronger after the deposition of the Vreme-beds. Subsequent Kozina beds usually begin with breccias.

KURZFASSUNG

Der älteste Teil der Liburnischen Formation, die Vreme-Schichten, werden heutzutage ins jüngste Maastricht gestellt. Charakteristisch für diese Schichten sind graue, bankige Kalke mit einzelnen Breccien-Lagen und eingeschalteten Kohlen bzw. Kohleschiefern, die häufig Foraminiferen wie *Rhapydionina liburnica, Montcharmontia appenninica,* Milioliden u. a. enthalten sowie Muscheln, die zur Gattung *Gyropleura* gestellt werden.

An einigen wenigen Stellen in den westlichen Dinariden wurde festgestellt, daß die Vreme-Schichten auf Rudisten-Kalken liegen. Einzelne Lagen innerhalb der Rudisten-Kalke enthalten keine Rudisten, dafür aber Mikrofossilien, die denen der Vreme-Schichten ähneln. Daher kann die Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden, daß die Rudisten- und die Vreme-Fazies zumindest teilweise gleichzeitig entstanden sind. Die Vreme-Schichten wurden im flachmarinen Bereich abgelagert, in Küstennähe oder vielleicht auch in Buchten bzw. sogar in Lagunen. Die hohen organischen Gehalte der Kohleeinschaltungen deuten auf einen starken terrestrischen Einfluß hin; möglicherweise erfolgte die Sedimentation teilweise im limnischen oder brackischen Milieu. Im seichten Wasser der Küstennähe gediehen die Rudisten-Biostrome. Da schon in den Rudisten-Kalken Einschaltungen auftreten, die den Vreme-Schichten ähneln, können wir uns hinter den Rudisten-Biostromen seichte, teilweise geschlossene Lagunen vorstellen. Die Änderung in der Sedimentation, die das Erlöschen der Rudisten verursachte, zeigt kleinere orogenetische Bewegungen an, die allerdings erst nach der Ablagerung der Vreme-Schichten stärker wurden. Die nachfolgenden Kozina-Schichten beginnen gewöhnlich mit Breccien.

*) R. PAVLOVEC, M. PLENIČAR, Katedra za geologijo in paleontologijo Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, Aškerčeva 12, 61000 Ljubljana, Jugoslavija. (Geologische Abteilung, Fakultät für Naturwissenschaften und Technology, Universität „Edvard Kardelj" in Ljubljana, Aškerčeva 12, 61000 Ljubljana, Jugoslawien).

DIE VREME-SCHICHTEN IN DEN NW-DINARIDEN

Am Ende der Kreidezeit und zu Beginn des Tertiärs kam es im Bereich der Karbonat-Plattform der Äußeren Dinariden zu erheblichen Veränderungen. Das Gebiet, das sich das ganze Mesozoikum hindurch unter dem Meeresspiegel befand, begann sich aus dem Meer zu heben. Das frühere, bis 200 m tiefe Schelfgebiet wurde seicht, es verwandelte sich stellenweise in Lagunen, wurde brackisch und gelangte sogar unter Süßwassereinfluß.

Die Sedimente, welche während der Zeit dieser Hebung entstanden sind, wurden von einigen Forschern schon zum Tertiär gerechnet, von anderen jedoch noch zur Kreide gestellt. Beide Gesichtspunkte spiegeln nicht nur das damalige geologische Geschehen wider, sondern helfen uns auch bei der Bestimmung der stratigraphischen Zugehörigkeit dieser Ablagerungen.

Als erster untersuchte diese Schichten zwischen den Jahren 1850 und 1869 G. Stache. Er zählte sie zur sogenannten Liburnischen Stufe oder zum Protozän. Hierher stellte er alle Schichten zwischen den Hippuritenkalken der oberen Kreide und den eozänen Nummuliten- bzw. den Alveolinenkalken. Seine neue Stufe gliederte er in drei Unterstufen: Die unteren Foraminiferenkalke, die Kozina-Schichten und die oberen Foraminiferenkalke. Während die tertiären Kozina-Schichten und die oberen Foraminiferenkalke in den gesamten Äußeren Dinariden von Istrien bis zum Küstengebiet der Crna Gora verbreitet sind, sind die unteren Foraminiferenkalke auf den nordwestlichen Abschnitt begrenzt, und zwar auf das Gebiet des Triestiner Karst. Sie boten auch stratigraphisch die meisten Probleme.

Abb. 1. Der Bereich der Vreme-Schichten in den NW-Dinariden.

Im Jahre 1963 bezeichnete R. Pavlovec den unteren Teil der Liburnischen Formation als Vreme-Schichten nach der Ortschaft Vremski Britof südöstlich von Divača, wo sich die klassischen Fundorte befinden, an denen auch Steinkohlenflöze auftreten. Die Kohle, die in den Vreme-Schichten auch anderwärts auf dem Triestiner Karst vorkommt (z. B. bei Bazovica, Lipica, Kozina, Rodik), wurde bei Vremski Britof über ein Jahrhundert lang ausgebeutet.

Die Schichten der Liburnischen Formation in den Nordwest-Dinariden wurden von zahlreichen Geologen durchforscht, darunter von M. Munier-Chalmas, T. Lipparini, M. Salopek, C. d'Ambrosi, B. Martinis, M. Hamrla, R. Pavlovec, M. Pleničar, G. Bignot und anderen. Für die biostratigraphische Datierung der Vreme-Schichten sind besonders die marinen Kalke mit Foraminiferen und Muscheln von Bedeutung. Unter den Foraminiferen ist die Art *Rhapydionina liburnica* besonders wichtig. Die Muscheln gehören nach M. Munier-Chalmas (1882) zu den Rudisten aus den Gattungen *Sphaerulites* und *Apricardia*. Nach M. Hamrla (1959) befinden sich die Rudisten dieser Schichten in primärer Lage. M. Pleničar (1961) und G. Bignot (1972) erwähnen die Gattung *Gyropleura*, die auch zu den Rudisten gehört. Deshalb haben die erwähnten Forscher die Vreme-Schichten in die Kreide eingestuft.

Forschungen der letzten Jahre haben das kretazische Alter dieser Schichten bestätigt. Interessant aber ist noch die Frage nach den paläoökologischen Verhältnissen, in denen die Rudisten und die übrige Fauna und Flora, die wir in den Vreme-Schichten vorfinden, gelebt haben. G. Bignot (1972, 232) vertritt die Meinung, daß in den Vreme-Schichten drei oder noch mehr Horizonte mit Schalen von Muscheln der Gattung *Gyropleura* (oder *Apricardia*) auftreten. Charophyten und einige Foraminiferen (Discorbidae und andere) weisen auf einen verminderten Salzgehalt hin. *Rhapydionina liburnica* lebte wahrscheinlich in der neritischen Zone nahe der Küste in warmem Wasser mit normalem oder etwas geringerem Salzgehalt. Aus alledem schließt G. Bignot, daß wir es bei den Vreme-Schichten vermutlich mit einer Thanatozönose zu tun haben, in welcher lagunäre und marine Organismen miteinander vermischt sind.

Wenn wir diese Angaben mit anderen vergleichen, ergibt sich folgendes Bild. M. Hamaoui & E. Fourcade (1973, 386) halten die Gattung *Murciella* (= *Raadshoovenia cuvillieri* nach G. Bignot, 1972, 216; siehe K. Drobne, 1981, 91) für eine Foraminifere aus dem wellengeschützten Teil der Karbonat-Plattform. Sie lebte in ruhigem und sehr seichtem Wasser nahe der Küste, wo auch Oogonien von Charophyten und Discorbidae aufscheinen. *Rhapydionina* tritt nach Angaben der erwähnten Autoren (S. 384) in Biomikriten oder Intrabiomikriten auf, die in geringerer Tiefe und in Wasser mit höherer Energie sowie höherem Salzgehalt entstanden sind. Auch verwandte Formen (*Raadshoovenia guatemalensis*, J. Fleury, 1977, 81–82) stammen aus seichtem und warmem Wasser, in dem Biomikrite mit Bruchstücken von Rudisten

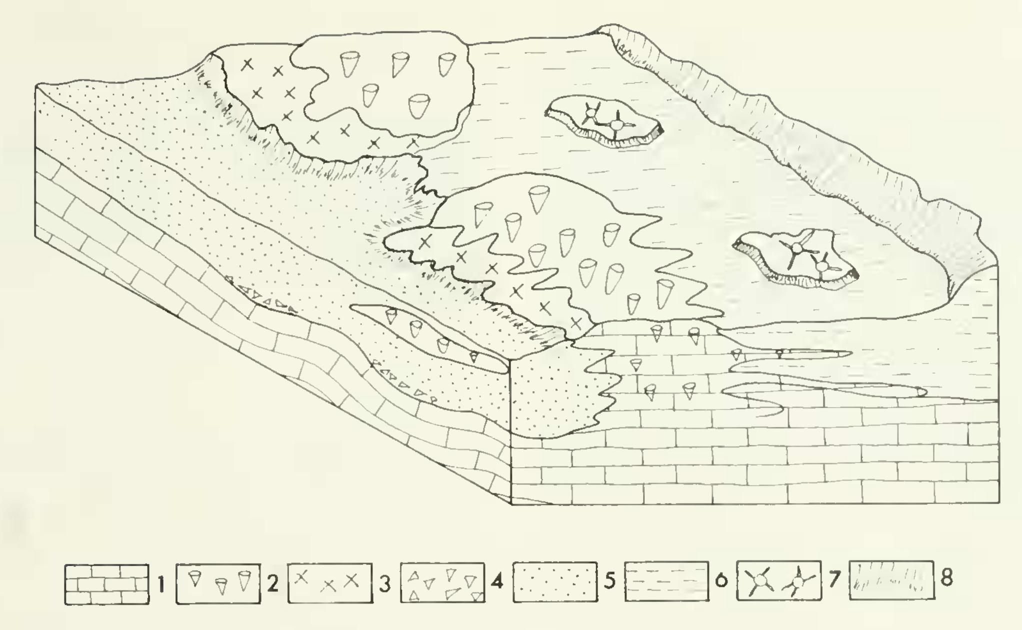


Abb. 2. Das Modell des Sedimentationsraumes der Vreme-Schichten
1: Rudistenkalk. 2: Bioherm mit Hippuriten. 3: Vorriff-Bildungen. 4: Breccie an der Basis der pelagischen Sedimente. 5: Pelagische Sedimente. 6: Vreme-Schichten. 7: „Patch-reef" mit Biradioliten. 8: Die Küste.

und anderen Muscheln entstanden sind (subtidal), oder sie kommen in Biomikriten beziehungsweise Biospariten vor, die auf sehr häufige Hebungen hinweisen (intertidal oder sogar supertidal). Derselbe Autor (J. Fleury, 1970, 35; 1979, 24) gibt an, daß die Schichten mit *Rhapydionina* in „poorly washed biosparite", in seichten Meeresgründen mit zeitweiliger Emersion abgelagert worden sind. Auch die Milioliden, besonders die Gattungen *Quinqueloculina, Triloculina* und *Spiroloculina,* die auch in den Vreme-Schichten häufig auftreten, sprechen für seichtes Wasser (M. Kaever, 1970, 341).

Die Schichten mit *Rhapydionina liburnica, Dicyclina schlumbergeri, Accordiella conica, Nummoloculina, Montcharmontia appenninica* weisen eine feinkörnige sparitische Grundmasse auf (K. Drobne, 1981, 88). Aus alledem folgt, daß sich die Vreme-Schichten in einem sehr seichten und warmen Meer entwickelt haben, wahrscheinlich sogar hinter einem Rudistengürtel. Zweifellos ist in ihnen wenigstens teilweise eine Vermengung der Fauna und Flora erfolgt (Thanatozönose).

In den letzten Jahren fanden wir in den Vreme-Schichten einige interessante Profile, die wir mit dem klassischen Profil bei Vremski Britof und Profilen zwischen Senožeče und Divača verglichen. Im Profil aus dem Tal der Raša tritt im oberen Teil der Vreme-Schichten ein rund 50 cm mächtiger Kalkhorizont auf, in dem neben Muscheln der Gattung *Gyropleura* auch zahlreiche Vertreter der Gattung *Biradiolites* vorkommen. Unter anderem tritt wahrscheinlich die Art *Biradiolites fissicostatus* auf, die für das Maastrichtien der Crna Gora charakteristisch ist. Unter diesem Horizont liegen eine Schicht mit *Rhapydionina liburnica* und mehrere Horizonte mit Muschelschalen der Gattung *Gyropleura.* Aus alledem schließen wir, daß die Rudisten des Maastrichts noch zur Zeit des Entstehens der Vreme-Schichten gelebt haben.

Bei der Untersuchung des Profils im Rašatal und anderer Profile der Vreme-Schichten gelangten wir zur Überzeugung, daß die Schalen von *Gyropleura* von Strömungen in wellengeschützte Areale eingeschwemmt wurden, wo sie sich an der Bildung von Thanatozönosen beteiligten. Für einen derartigen Transport spricht die linsenförmige Einlagerung der Schichten mit *Gyropleura.* Auch der gemeinsame Fundort der Biradioliten und Gyropleuren im Profil aus dem Rašatal weist vermutlich auf eine Thanatozönose hin. Die Biradioliten bauen nämlich Biostrome bzw. Bioherme auf, während die Gyropleuren höchstwahrscheinlich mehr im Boden-

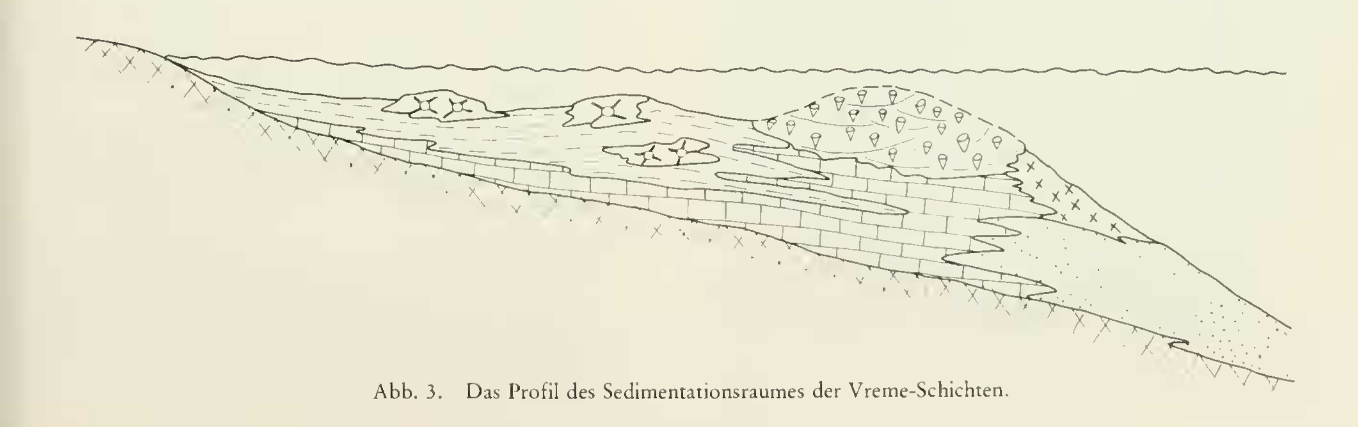


Abb. 3. Das Profil des Sedimentationsraumes der Vreme-Schichten.

schlamm eingegraben waren. Durch Strömungen wurden beide Muschelarten vermischt, doch lebten die Biradioliten wohl in der Nähe der Gyropleuren, weil ihre Schalen noch gut erhalten sind. Vielleicht haben die Biradioliten eine flache Barriere aufgebaut, hinter der die Lagune lag, in welcher sich die Vreme-Schichten entwickelten. Der Horizont mit Biradioliten und Gyropleuren liegt stratigraphisch sehr hoch im Maastrichtien. Unter diesem Horizont gibt es noch mehrere marine Kalke mit Gyropleuren und Foraminiferen der Gattung *Rhapydionina* in einer Mächtigkeit von rund 150 m, doch befinden sich in ihnen keine Biradioliten. Der jüngere Teil der Vreme-Schichten enthält auch eine synsedimentäre Breccie. Sie weist auf tektonische Unruhen hin, welche die Unterbrechung der Sedimentation zwischen den Vreme- und Kozina-Schichten und auch häufige synsedimentäre Breccien in den Kozina-Schichten zur Folge hatten. Im Hinblick darauf, daß Rudisten häufig im Horizont mit Gyropleuren auftreten, schließen wir auf das Vorhandensein von Biolithiten mit Biradioliten („patch reef") im Bereich der Lagune. Die Rudisten wurden nach ihrem Absterben in die Vreme-Schichten eingebettet.

Auch die Gyropleuren und Foraminiferen (zahlreiche Milioliden und *Rhapydionina liburnica)* wurden postmortal verfrachtet. In den Vreme-Schichten treffen wir eingeschwemmte Gyropleuren und auch Foraminiferen an, worauf ins einzelne gehende Beobachtungen in der Umgebung von Divača hinweisen. In einigen Teilen der Vreme-Schichten (z. B. in den Schichten 21 und 22 des Profils L bei Vremski Britof; M. Hötzl & R. Pavlovec, 1979, 1981, ferner auch bei Vrapče) sind die Rhapydioninen außerordentlich zahlreich und gut erhalten. Einzig und allein in diesen Schichten befinden sich die Foraminiferen wahrscheinlich noch in primärer Lage.

An wenigen Stellen der Westdinariden wurde festgestellt, daß die Vreme-Schichten den Rudistenkalken (Biolithiten) aufliegen. Meistens ist der Kontakt nicht sichtbar. In einigen Teilen der Rudistenkalke, in denen die genannten Muscheln fehlen, treten ähnliche Mikrofossilien wie in den Vreme-Schichten auf (M. Pleničar & R. Pavlovec, 1981). Solche Mikrofossilien kommen seltener zusammen mit Rudisten vor. Deshalb schließen wir die Möglichkeit nicht aus, daß sich mindestens stellenweise die Rudisten- und Vreme-Fazies gleichzeitig entwickelt haben.

SCHLUSSWORT

Die Vreme-Schichten entstanden im jüngsten Abschnitt des Maastrichtien in seichtem und warmem Wasser, in dem Strömungen und Wellengang vorherrschten. A. Polšak's Modell (1981, 448) der Kreidebiolithite für die Inneren Dinariden können wir auch auf die Entstehung der Vreme-Schichten und der Rudistenbiolithite anwenden. In den küstennahen Lagunen entstanden die Vreme-Schichten unter erheblichem Einfluß des Festlandes (Kohle). Stellenweise gediehen in diesem Bereich Bioherme mit Biradioliten („patch reef"). Zum offenen Meer hin lag eine Barriere-artiger Rudistengürtel. In von der Küste entfernteren Teilen entstanden hingegen pelagische Sedimente (Podsabotiner Schichten, teilweise auch Flysch und flyschähnliche Schichten).

Die Gyropleuren und Rhapydioninen befinden sich nur selten in primärer Lage. Besonders die Horizonte mit Gyropleuren und Biradioliten bzw. Gyropleuren und Rhapydioninen können als Thanatozönosen gedeutet werden.

Nach der Ablagerung der Vreme-Schichten kam es zu einer Schichtunterbrechung. Auf sie folgten die marinen, brackischen oder sogar limnischen Sedimente der Kozina-Schichten.

SCHRIFTTUM

Bignot, G. 1971: Contribution a l'étude des espèces liburniennes des genres *Rhapydionina* Stache 1913 et *Rhipidionina* Stache 1913. – Revue Micropal., 13: 222–236; Paris.

— — 1972: Recherches stratigraphiques sur les calcaires du crétacé supérieur et de l'éocène d'Istrie et des régions voisines. Éssai de révision du Liburnien. – Trav. Lab. micropal., 2: 1–353; Paris.

Drobne, K. 1981: Značilne foraminifere in njih združbe v podlagi danijskih plasti (Characteristical foraminifers and their association in the base of Danian beds). – Simpozij o probl. danija, Zbornik referatov, Odsek za geologijo, 2: 85–97; Ljubljana.

Fleury, J. J. 1970: Le sénonien et l'éocène à microorganismes benthoniques du Klokova (Zone du Gavrovo, Akarnanie, Grèce continentale). – Revue Micropal., 13: 30–44; Paris.

— — 1977: Deux Rhapydionininae (Foraminifères, Alveolinidae) d'affinités américaines, dans le crétacé supérieur de Grèce (Zone de Gavrovo – Tripolitza). – Revue Micropal., 20: 77–90; Paris.

— — 1979: A propos d'une nouvelle espèce du Crétacé terminal de Grèce. Place du genre *Cyclopseudedomia* parmi les Rhapydionininae (Foraminifères, Alveolinidae). – Revue Micropal., 22: 19–28; Paris.

Hamaoui, M. & Fourcade, E. 1973: Révision des Rhapydionininae (Alveolinidae, Foraminifères). – Bull. Centre Rech. Pau – SNPA, 7: 361–435; Pau.

Hamrla, M. 1959: O pogojih nastanka premogišč na krasu (On the conditions of origin of the coal beds in the Karst region). – Geologija, 5: 180–264, pl. 1–6; Ljubljana.

Hötzl, M. & Pavlovec, R. 1981: Vremske plasti kot podlaga danijskim plastem v Zahodnih Dinaridih (The Vreme beds as the base of Danian beds in the Western Dinarides). – Simpozij o probl. danija, Zbornik referatov, Odsek za geologijo, 2: 133–136; Ljubljana.

Kaever, M. 1970: Die alttertiären Großforaminiferen Südost-Afghanistans unter besonderer Berücksichtigung der Nummulitiden-Morphologie, Taxonomie und Biostratigraphie. – Münster. Forsch. Geol. Pal., 16/17: 1–400, Taf. 1–19; Münster.

Munier-Chalmas, M. 1882: Études critiques sur les Rudistes. – Bull. Soc. géol. Fr., 3, 10: 472–492, pl. 10–11; Paris.

PAVLOVEC, R. 1963: Stratigrafski razvoj starejšega paleogena v južnozahodni Sloveniji (Die stratigraphische Entwicklung des älteren Paläogens im südwestlichen Teil Sloveniens). – Razprave Slov. akad. znan. umet., 4. razred, 7: 419–556; Ljubljana.

PLENIČAR, M. 1961: Stratigrafski razvoj krednih plasti na južnem Primorskem in Notranjskem (The stratigraphic development of Cretaceous beds in southern Primorska [Slovene Littoral] and Notranjska [Inner Carniola]). – Geologija, 6: 22–145; Ljubljana.

— — & PAVLOVEC, R. 1981: Novi pogledi na razvoj maastrichtija pri nas (New views of the development of Maastrichtian in Slovenia). – Rudarsko-metalur. zbornik, 28: 383–386; Ljubljana.

POLŠAK, A. 1981: Upper Cretaceous biolithitic complexes in a subduction zone: Examples from the Inner Dinarides, Yugoslavia. – SEPM Spec. Publ., 30: 447–472; Tulsa.